

Relação entre a variabilidade do intervalo R-R do electrocardiograma e a prática desportiva

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Medicina - Artigo de Investigação
Médica

Ana Marta Cardoso Conde Pinto¹

¹Aluna do 6º ano do Mestrado Integrado em Medicina

Orientador: Dr. Pedro de Pinho e Costa Amorim

Co-orientador: Prof. Dr. Álvaro José Barbosa Moreira da Silva

Afiliação: Centro Hospitalar do Porto

Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar

Endereço: Rua de Jorge Viterbo Ferreira, nr. 228, 4050-313 Porto

Porto

Ano lectivo 2014/2015

Índice

RESUMO	6
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO.....	8
MÉTODOS.....	10
RESULTADOS	13
DISCUSSÃO	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
AGRADECIMENTOS	30
ANEXOS.....	31

Índice de Tabelas

Tabela I Variáveis da VFC determinadas no domínio do tempo.....	12
Tabela II Variáveis da VFC determinadas no domínio da frequência.	12
Tabela III Variáveis demográficas e VO_{2max} em cada um dos grupos da amostra.....	13
Tabela IV Análise da variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo para os grupos Não-atletas, Ultramaratonistas e Total.....	16
Tabela V Análise da variabilidade da frequência cardíaca no domínio da frequência para os grupos Não atletas, Ultramaratonistas e Total.	16
Tabela VI Teste t de Student para igualdade de médias - variáveis com distribuição normal.	17
Tabela VII Teste de Mann-Whitney - variáveis sem distribuição normal.	17
Tabela VIII Correlações entre as variáveis da VFC no domínio do tempo e os valores de VO_{2max}	17
Tabela IX Correlações entre as variáveis da VFC no domínio da frequência e os valores de VO_{2max}	17

Índice de gráficos

Gráfico 1 Correlação entre o HRV index Total e o VO_{2max} (mL/kg/min) ($P<0,01$)	18
Gráfico 2 Correlação entre o SDNN Total e o VO_{2max} (mL/kg/min) ($P<0,05$).....	18
Gráfico 3 Correlação entre a média dos intervalos RR Total e o VO_{2max} (mL/kg/min) ($P<0,01$)	19
Gráfico 4 Correlação entre a média da FC total e o VO_{2max} (mL/kg/min) ($P<0,05$)	19
Gráfico 5 Correlação entre a média do SDANN total e o VO_{2max} (mL/kg/min) ($P<0,05$)	20

Siglas e abreviaturas

%MG – percentagem corporal de massa gorda

BPM – batimentos por minuto

DEXA – Dual X-Ray Absorptiometry

DP – desvio-padrão

ECG – electrocardiograma

FADEUP – Faculdade de Desporto da Universidade do Porto

FC – frequência cardíaca

HF – *high frequency*

HF u.n.-*high frequency* em unidades normalizadas

IMC – índice de massa corporal

LF – *low frequency*

LF u.n. – *low frequency* em unidades normalizadas

LF/HF – *low frequency/high frequency balance*

P – valor da significância estatística

R – coeficiente de correlação

SNP – Sistema nervoso parassimpático

SNS – Sistema nervoso simpático

VFC – variabilidade da frequência cardíaca

VO_{2max} – consumo de oxigénio máximo em mL/kg/min

RESUMO

INTRODUÇÃO: A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) tem vindo a ser estudada como um indicador cardiovascular passível de ser melhorado pela prática desportiva.

OBJECTIVO: O objectivo principal do presente estudo foi comparar a VFC entre ultramaratonistas e não-atletas.

METODOLOGIA: Estudaram-se 6 não-atletas saudáveis e 7 atletas nacionais de topo, especialistas de ultra-trail. Avaliou-se a composição corporal por Dual X-Ray Absorptiometry, mediu-se o consumo máximo de oxigénio (VO_{2max}) e monitorizou-se o electrocardiograma de 24 horas.

RESULTADOS: Os ultramaratonistas tiveram um VO_{2max} significativamente mais elevado ($66,9 \pm 3,9$ vs $46,5 \pm 4,3$ mL/kg/min) ($P=0,000$) e uma frequência cardíaca (FC) média inferior à dos não-atletas no registo total ($P=0,012$), no período do dia ($P=0,004$) e no período da noite ($P=0,020$). Na VFC no domínio do tempo, verificaram-se valores superiores no grupo dos ultramaratonistas: HRV index total ($34,3 \pm 8,1$ vs $24,3 \pm 5,8$) ($P=0,030$); média do intervalo RR total ($1082,7 \pm 154,2$ vs $859 \pm 106,5$ ms) ($P=0,012$), no dia ($1035,2 \pm 160,3$ vs $791,6 \pm 97,6$ ms) ($P=0,008$) e na noite ($1338,2 \pm 235,2$ vs $1019,8 \pm 161,7$ ms) ($P=0,018$). Verificou-se uma tendência no sentido de maior variabilidade nos ultramaratonistas nas variáveis SDNN total ($P=0,052$ ms) e SDANN total ($p=0,050$ ms). Encontraram-se correlações altamente significativas entre o VO_{2max} e as variáveis: HRV index total ($R=0,715$; $P=0,006$), Média RR Total ($R=0,704$; $P=0,007$), Média RR Dia ($R=0,757$; $P=0,003$) e Média FC Dia ($R=-0,767$; $P=0,002$). Verificou-se uma correlação significativa ($P<0,05$) entre o VO_{2max} e as variáveis SDNN Total ($R=0,598$; $P=0,031$), SDNN noite ($R=0,571$; $P=0,042$), Média RR Noite ($R=0,653$; $P=0,015$), Média FC Total ($R=-0,679$; $P=0,011$), Média FC Noite ($R=-0,618$; $P=0,24$) e SDANN Total ($R=0,588$; $P=0,035$). No domínio da frequência, não se verificaram diferenças entre os dois grupos nem correlações com o VO_{2max} .

CONCLUSÕES: Detectámos diferenças significativas na VFC no domínio do tempo mas não no domínio da frequência. Encontramos correlações positivas entre o VO_{2max} e a VFC no domínio do tempo, mas não no domínio da frequência. Desconhecemos outro estudo semelhante em ultramaratonistas; o facto de não termos encontrado diferenças na VFC no domínio da frequência e em alguns parâmetros no domínio do tempo, pode dever-se a efeitos cardíacos desta modalidade.

PALAVRAS-CHAVE: variabilidade da frequência cardíaca; bradicardia; ultramaratonistas; atletas; prática desportiva; treino aeróbio; VO_{2max} .

ABSTRACT

INTRODUCTION: Heart rate variability (HRV) has been used as a marker for cardiovascular health, and the ability to improve it through sports practice has been an object of research.

OBJECTIVES: The purpose of this study was to compare HRV between ultramarathoners and non-athletes.

METHODS: We studied six healthy non-athletes and seven national top athletes, specialized in ultratrail. Body composition was assessed with Dual X-Ray Absorptiometry, maximal oxygen consumption (VO_{2max}) was measured and 24hour electrocardiogram was monitored.

RESULTS: Ultramarathoners had a significantly higher VO_{2max} ($66,9 \pm 3,9$ vs $46,5 \pm 4,3$ mL/kg/min) ($P=0,000$) and a significantly lower heart rate (HR) [complete record ($P=0,012$), day period ($P=0,004$) and night period ($P=0,020$)] than non-athletes. Regarding the HRV analysis, some time domain parameters were significantly higher in the group of ultramarathoners: HRV index total ($34,3 \pm 8,1$ vs $24,3 \pm 5,8$) ($p=0,030$); RR mean total ($1082,7 \pm 154,2$ vs $859 \pm 106,5$ ms) ($p=0,012$), on the day ($1035,2 \pm 160,3$ vs $791,6 \pm 97,6$ ms) ($P=0,008$) and on the night ($1338,2 \pm 235,2$ vs $1019,8 \pm 161,7$ ms) ($P=0,018$). We also found a trend towards higher variability among ultramarathoners in SDNN total ($p=0,052$) and SDANN total ($P=0,050$). We found highly significant correlations ($P<0,01$) between VO_{2max} and the following variables: HRV index total ($R=0,715$; $P=0,006$), RR mean total ($R=0,704$; $P=0,007$), RR mean day ($R=0,757$; $P=0,003$) e HR mean day ($R=-0,767$; $P=0,002$). We found significant correlations ($P<0,05$) between VO_{2max} and the following: SDNN Total ($R=0,598$; $P=0,031$), SDNN night ($R=0,571$; $P=0,042$), RR mean night ($R=0,653$; $P=0,015$), HR mean total ($R=-0,679$; $P=0,011$), HR mean night ($R=-0,618$; $P=0,24$) and SDANN Total ($R=0,588$; $P=0,035$). On the frequency domain, there were no differences between the two groups and there were no significant correlations with VO_{2max} .

CONCLUSIONS: We found differences in HRV in the time domain but not in the frequency domain. We found strong correlations between VO_{2max} and HRV in the time domain but not in the frequency domain. To the best of our knowledge, there are no similar studies including ultramarathoners. The fact that we did not find differences regarding HRV in the frequency domain and some variables in the time domain may be due to cardiac effects resulting from the practice of prolonged endurance exercise.

KEYWORDS: heart rate variability; bradycardia; ultramarathoners; athletes; sports practice; aerobic training; VO_{2max} .

INTRODUÇÃO

A prática desportiva regular é amplamente aceite como um factor significativo na melhoria de vários indicadores de saúde, bem como preponderante na redução da mortalidade associada a várias doenças(1). Sabe-se que a estrutura cardíaca, a fisiologia cardiovascular e a regulação do sistema nervoso autónomo são diferentes nos atletas de *endurance*¹ comparativamente a controlos saudáveis(3)(4)(5). O envelhecimento fisiológico associa-se ao declínio do controlo parassimpático que é exercido no coração, pensando-se que este declínio possa ser atenuado ou contrariado pela prática regular de exercício físico de *endurance*(6), o que pode contribuir para as melhores condições de saúde encontradas em indivíduos que praticam exercício físico regularmente. Têm sido estudadas as principais causas associadas à bradicardia característica dos atletas de *endurance* e as alterações autonómicas que lhe possam estar subjacentes(1). A pertinência da utilização e optimização de marcadores de actividade autonómica cardíaca, como a variabilidade da frequência cardíaca, reside não só na sua potencial aplicação ao alto rendimento desportivo, mas também no contributo para a possível prevenção de condições patológicas, nomeadamente a nível cardiovascular, o que impulsionou a investigação no sentido de desenvolver esses marcadores(7).

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) representa as alterações associadas ao ciclo respiratório que ocorrem no intervalo existente entre batimentos cardíacos consecutivos no ECG (medido em ms), sendo a sua análise um método não invasivo(7). A análise pode ser realizada no domínio do tempo e no domínio da frequência (análise espectral). O padrão espectral que se obtém da análise da VFC após aplicação de um método matemático, como a Transformada de Fourier, inclui duas bandas de frequência, que têm sido relacionadas com componentes distintos do sistema nervoso autónomo, o que pode possibilitar a distinção entre a influência do sistema nervoso simpático (SNS) e do sistema nervoso parassimpático (SNP)(8)(9): a banda de baixa frequência (LF) - que se considera ser afectada pelo SNS e SNP – e a de alta frequência (HF) - dependente da actividade parassimpática. A relação LF/HF traduz um balanço mensurável existente entre a influência do SNS e do SNP(3)(10).

Este parâmetro (VFC) tem sido estudado não só como marcador da função autonómica cardíaca, mas também como possível preditor da *performance* atlética ou até de condições patológicas e prejudiciais ao alto rendimento desportivo, como o

¹ Treino de *endurance* diz respeito a actividade realizada durante períodos de tempo longos nos quais prevalece o envolvimento do metabolismo aeróbio.(2)

over-training(11). Acresce ainda que a atenuação da VFC está associada a doença e a pior *outcome* em várias situações patológicas(12). Existem vários estudos que correlacionam o treino aeróbio com uma maior variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo(3) e com um maior componente HF do domínio da frequência. No entanto, há estudos que falharam em demonstrar essa relação(13)(14).

Existem vários estudos da VFC em atletas de variadas modalidades desportivas, porém, desconhecemos outro estudo semelhante realizado em ultramaratonistas, nomeadamente especialistas de corrida de trail e montanha. Este desporto encontra-se em grande expansão a nível mundial, caracterizando-se por corridas de muitas dezenas de quilómetros e muitas horas de duração, associadas a um esforço cardiovascular e muscular muito intensos. A sua prática requer volumes de treino muito superiores aos da maioria dos outros atletas, frequentemente de várias horas. Assim, achamos que seria pertinente analisar a VFC nestes atletas uma vez que proporcionaria informação de que actualmente não se dispõe.

O objectivo deste estudo foi determinar a variabilidade da frequência cardíaca numa amostra constituída por ultramaratonistas e não-atletas do mesmo sexo e idade, para investigar se ocorriam diferenças significativas entre os dois grupos. A análise foi efectuada no domínio do tempo e no domínio da frequência. Determinou-se também se se verificava uma correlação entre o VO_{2max} de cada voluntário e a sua VFC e comparou-se a frequência cardíaca (FC) entre os dois grupos em diferentes períodos do dia, esperando-se encontrar no grupo de ultramaratonistas acentuada bradicardia em repouso.

MÉTODOS

Foram recrutados voluntários ultramaratonistas e não-atletas, com o objectivo de ter pelo menos seis em cada grupo. Os ultramaratonistas foram recrutados através de contactos pessoais tendo como critério que tivessem entre 25 e 45 anos de idade, que não residissem a mais de 150 km do Porto e que tivessem resultados relevantes em competições oficiais de ultra-trail. Definiu-se como critério de trail o que é adoptado pela Associação de Trail Running de Portugal da Federação Portuguesa de Atletismo. Esta disciplina engloba geralmente competições com distâncias superiores a 42,195 km, realizadas em trilhos, em paisagens naturais acidentadas, geralmente com pelo menos cerca de 1000 metros de desnível positivo e negativo por cada 20 km. Foi questionado a todos os voluntários se padeciam de qualquer doença e/ou se tomavam qualquer medicação à data da realização do estudo, o que foi negado. Definidos os voluntários ultra-maratonistas, procurou-se uma amostra de conveniência constituída por indivíduos do sexo masculino, da mesma faixa etária, saudáveis, mas que não praticam desporto de forma assídua nem competitiva. Este grupo foi denominado de “não-atletas”.

O projecto do estudo foi submetido às autoridades competentes, tendo obtido parecer favorável do Departamento de Ensino, Formação e Investigação e aprovação pela Comissão de Ética para a Saúde e pelo Conselho de Administração do Centro Hospitalar do Porto. Os voluntários foram informados da sua natureza observacional, assinaram o consentimento informado após prestados os devidos esclarecimentos (modelo de consentimento informado apresentado no **Anexo 1**) e foi-lhes facultado o Folheto informativo com informação relativa ao estudo (**Anexo 2**). Foram informados de que lhes seria facultado posteriormente um relatório clínico do exame efectuado.

Foram aplicados dois questionários diferentes, um para cada grupo de voluntários (**Anexos 3 e 4**). A resposta aos questionários era feita *online* através do *Google forms*. No grupo dos não-atletas, caracterizou-se a actividade física realizada desde os últimos 10 anos até à actualidade; no grupo dos atletas caracterizou-se e quantificou-se o tipo de treino habitualmente realizado e aspectos relacionados com a participação e *performance* competitiva. Em ambos os grupos, questionou-se também acerca do esforço realizado no contexto da actividade laboral.

Os voluntários de ambos os grupos foram submetidos a medição da composição corporal e do VO_{2max} , assumindo que não haveria nenhuma exclusão em função dos resultados destes exames. Seguidamente, foram submetidos a registo do ECG de 24 horas – Holter – com função da análise da VFC.

Para a avaliação da composição corporal dos voluntários utilizou-se o Dual X-Ray Absorptiometry (DEXA). Para realização do teste de VO_{2max} recorreu-se ao Protocolo de Noakes, em passadeira, com 0% de inclinação e um incremento de 1 km/h na velocidade a cada minuto. Foi dito aos voluntários para sinalizarem quando atingissem a exaustão, momento em que o teste era terminado. Ambos os exames foram realizados na FADEUP.

Procedeu-se à monitorização do ECG de 24 horas, de três derivações, registado com *holters* Aria® e Evo® (Spacelabs, Del Mar Reynolds). A análise da variabilidade da frequência cardíaca, no domínio do tempo e no domínio da frequência, foi realizada com o *software* Impresario Analyzer 1.1.2.5 (Del Mar Reynolds). Utilizaram-se eléctrodos ConMed®, hipoalérgicos, específicos para utilização em ECG de 24 horas. A remoção dos artefactos foi realizada automaticamente pelo *software* e depois confirmada manualmente.

Foi solicitado a todos os voluntários que, durante as 24 horas de monitorização do ECG, não realizassem actividade física. Foi-lhes também pedido que registassem a hora de dormir e de acordar.

Variabilidade da frequência cardíaca

Realizou-se a análise da variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo e no domínio da frequência. No domínio do tempo utilizaram-se métodos estatísticos – cálculo das medidas SDNN, SDANN, RMSSD e da média dos intervalos R-R – e métodos geométricos – HRV triangular index. Os métodos estatísticos aplicaram-se ao registo completo das 24 horas, ao registo da noite e ao registo do dia. As variáveis a estudar foram seleccionadas com base nas recomendações das guidelines “*Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use*” da *Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology*.

Para a análise no domínio da frequência analisaram-se registos de segmentos de curta duração, cinco períodos de 10 minutos, escolhidos a partir da divisão em intervalos iguais de um período total de quatro horas registado durante a noite, iniciado duas horas após a hora de adormecer indicada por cada um dos voluntários. Optou-se pelo período nocturno para a análise espectral, uma vez que corresponde a um sinal electrocardiográfico mais estável. A estes períodos foi aplicada a Transformada de Fourier. Dos resultados obtidos, retiraram-se os valores extremos (maior e menor) com

base no Total Power (potência total do espectro) e calculou-se a média dos três restantes. Calculou-se a densidade espectral da baixa frequência (LF: 0.04 – 0.15 Hz), alta frequência (HF: 0.15 – 0.4 Hz) e a razão entre a baixa frequência e a alta frequência (LF/HF), bem como a LF e a HF em unidades normalizadas. Recorreu-se ao método de interpolação *Cubic Spline* e à janela *Blackman Harris*.

Domínio do tempo	
SDNN (ms)	Desvio padrão de todos os intervalos NN ¹ .
SDANN (ms)	Desvio padrão das médias dos intervalos NN ¹ em todos os segmentos de 5 minutos do registo completo.
RMSSD (ms)	Raiz quadrada da média da soma dos quadrados das diferenças entre intervalos NN ¹ adjacentes.
HRV triangular index	Número total de todos os intervalos NN ¹ dividido pela altura do histograma de todos os intervalos NN medidos numa escala discreta.
Média RR (ms)	Média dos intervalos RR

Tabela I Variáveis da VFC determinadas no domínio do tempo. ¹A designação NN aplicada nestas variáveis é usada apenas para evidenciar que os QRS considerados são normais, havendo exclusão dos anormais.

Domínio da frequência	
LF (ms ²)	Potência de baixa frequência (0.04 – 0.15 Hz)
LF (u.n.)	Potência LF em unidades normalizadas
HF (ms ²)	Potência de alta frequência (0.15 – 0.4 Hz)
HF (u.n.)	Potência HF em unidades normalizadas
LF/HF	Razão LF/HF

Tabela II Variáveis da VFC determinadas no domínio da frequência.

Análise estatística

Para testar se as variáveis apresentavam uma distribuição normal, utilizou-se o Teste de Shapiro Wilk. Para as variáveis com distribuição normal utilizaram-se testes paramétricos: o teste de Levene para testar a igualdade de variâncias e o teste t para a igualdade das médias. Para as variáveis que não apresentaram distribuição normal utilizou-se o teste não paramétrico de Mann-Whitney. As correlações entre as variáveis da VFC e entre estas e os níveis de VO_{2max} foram determinadas com a Correlação de Pearson. O nível de significância considerado foi P<0,05. O *software* utilizado foi SPSS® versão IBM SPSS 22 e Microsoft Excel® versão 2013.

RESULTADOS

Foram incluídos neste estudo 13 voluntários, de idades compreendidas entre os 26 e os 44 anos. Destes, 7 eram atletas ultramaratonistas e 6 eram não-atletas. Analisando, para todos os voluntários em conjunto, a normalidade da distribuição das variáveis demográficas e do VO_{2max} , verificou-se que as que apresentaram uma distribuição normal foram a idade, o IMC, a %MG e o VO_{2max} , cujas variâncias não apresentaram diferenças; as variáveis que não apresentaram uma distribuição normal foram o peso e a altura. Analisando as mesmas variáveis entre os grupos de ultramaratonistas e não-atletas, verificaram-se diferenças no IMC($22,2 \pm 1,7$ nos ultramaratonistas vs $25,1 \pm 2,7$ kg/m² nos não-atletas)($P=0,039$), na massa gorda($14,7 \pm 3,3$ nos ultramaratonistas vs $29,0 \pm 2,8$ % nos não-atletas)($P=0,000$) e no VO_{2max} ($66,9 \pm 3,9$ nos ultramaratonistas vs $46,5 \pm 4,3$ mL/kg/min nos não-atletas)($P=0,000$). Os resultados da comparação entre o grupo de ultramaratonistas e o de não-atletas encontram-se na **Tabela III**.

	Ultramaratonistas (n=7)	Não atletas (n=6)	P
Idade (anos)	$32,7 \pm 5,2$	$34,0 \pm 6,3$	0,694
Peso (kg)	$66,7 \pm 5,9$	$79,9 \pm 14,0$	0,073
Altura (cm)	$173,1 \pm 4,9$	$177,8 \pm 9,2$	0,445
IMC (kg/m ²)	$22,2 \pm 1,7$	$25,1 \pm 2,7$	0,039
% Massa gorda	$14,7 \pm 3,3$	$29,0 \pm 2,8$	0,000
VO_{2max} (mL/Kg/min)	$66,9 \pm 3,9$	$46,5 \pm 4,3$	0,000

Tabela III Variáveis demográficas e VO_{2max} em cada um dos grupos da amostra. (Média \pm Desvio Padrão). Teste de Mann-Whitney para peso e altura e teste t de Student para as restantes variáveis.

Relativamente aos hábitos de treino e experiência competitiva dos ultramaratonistas, os resultados do questionário (**Anexo 3**) indicaram que três concluíram pelo menos 20 ultramaratonas e dois concluíram pelo menos 10 desde que iniciaram a prática da modalidade. Cinco realizam mais de 100km semanais de corrida e quatro realizam mais de 10h de treino de corrida semanais. Seis incluem o ciclismo no seu plano de treino e um não inclui outras modalidades de *endurance*.

As respostas dos não-atletas (**Anexo 4**) indicaram que dois praticaram alguma modalidade desportiva organizada nos últimos 10 anos, com uma frequência de uma vez por semana. Actualmente, dois não praticam qualquer actividade física e, dos restantes, um pratica actividade física mais do que duas vezes por semana, dois praticam duas vezes por semana e um pratica uma vez por semana.

Os resultados obtidos para a análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio do tempo e no domínio da frequência são apresentados na **Tabela IV** e na **Tabela V**, respectivamente.

No domínio do tempo, analisando a normalidade da distribuição dessas variáveis, verificou-se que as que apresentavam uma distribuição normal eram: SDNN (total e dia), HRV index total, Média RR (total, noite e dia), Média FC (total, noite e dia) e SDANN (total, noite e dia). A igualdade de variâncias destas variáveis foi analisada através do teste de Levene. Ainda nestas variáveis, para a comparação das médias entre ultramaratonistas e não-atletas, utilizou-se o teste *t* de Student para igualdade das médias, com os resultados na **Tabela VI**. Neste domínio, as variáveis SDNN noite e RMSSD (total, dia e noite) não apresentaram uma distribuição normal, pelo que lhes foi aplicado o Teste de Mann-Whitney para variáveis sem distribuição normal. Os resultados encontram-se na **Tabela VII**.

Os resultados da VFC no domínio do tempo revelaram uma FC mais baixa nos ultramaratonistas($59,3 \pm 8,9$ bpm) do que nos não-atletas($73,7 \pm 8,2$ bpm), no registo total de ECG($P=0,012$). Na análise da mesma variável para o período de durante o dia os ultramaratonistas também tiveram um valor de FC($60,9 \pm 9,3$ bpm) significativamente inferior ao dos não-atletas($79,1 \pm 8,9$ bpm)($P=0,004$). Também para o período da noite a FC nos ultramaratonistas($47,6 \pm 8,9$ bpm) foi significativamente inferior à dos não-atletas($61,3 \pm 9,2$ bpm)($P=0,020$). Na média dos intervalos RR total verificou-se uma diferença significativa entre o grupo de ultramaratonistas e de não-atletas($1082,7 \pm 154,2$ vs $859 \pm 106,5$ ms)($P=0,012$). Na análise da mesma variável para o período do dia os ultramaratonistas tiveram uma média dos intervalos RR($1035,2 \pm 160,3$ ms) superior à dos não-atletas($791,6 \pm 97,6$ ms)($P=0,008$). Também no período da noite se verificou uma média dos intervalos RR significativamente superior nos ultramaratonistas($1338,2 \pm 235,2$ ms) em relação à dos não-atletas($1019,8 \pm 161,7$ ms)($P=0,018$). O HRV index total foi significativamente mais elevado nos ultramaratonistas($34,3 \pm 8,1$) do que nos não atletas($24,3 \pm 5,8$)($P=0,030$).

As restantes três variáveis no domínio do tempo (SDNN, SDANN e RMSSD) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre ultramaratonistas e não-atletas. Em duas destas variáveis verificou-se uma tendência no sentido de maior variabilidade nos ultramaratonistas: a SDNN total nos ultramaratonistas foi de $231,6 \pm 61$ ms e nos não-atletas foi de $170,4 \pm 34,1$ ms ($P=0,052$) e a SDANN total nos ultramaratonistas foi de $211,4 \pm 57,5$ ms e nos não-atletas foi de $152,9 \pm 32,2$ ms ($P=0,050$).

No domínio da frequência, as variáveis que apresentaram uma distribuição normal – HF e HF u.n. - foram testadas com o teste de Levene para igualdade de

variâncias, sendo que a HF u.n. foi a única que apresentou variâncias diferentes. Utilizou-se o teste t para igualdade das médias, com os resultados na **Tabela VI**. Neste domínio, as variáveis LF, LF u.n. e LF/HF não apresentaram uma distribuição normal, pelo que lhes foi aplicado o Teste de Mann-Whitney para variáveis sem distribuição normal. Os resultados relativos a estas variáveis encontram-se na **Tabela VII**. Não se encontraram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ultramaratonistas e não-atletas em nenhuma das variáveis consideradas.

Os resultados para a correlação entre as variáveis da VFC determinadas do domínio do tempo e o VO_{2max} dos voluntários, encontram-se na **Tabela VIII**. Verificou-se uma correlação fortemente significativa ($P < 0,01$) entre o VO_{2max} e as variáveis: HRV index total ($R=0,715; P=0,006$) (**Gráfico 1**), Média RR Total ($R=0,704; P=0,007$) (**Gráfico 2**), Média RR Dia ($R=0,757; P=0,003$) e Média FC Dia ($R=-0,767; P=0,002$). Verificou-se uma correlação significativa ($P < 0,05$) entre o VO_{2max} e as variáveis SDNN Total ($R=0,598; P=0,031$) (**Gráfico 3**), SDNN noite ($R=0,571; P=0,042$), Média RR Noite ($R=0,653; P=0,015$), Média FC Total ($R=-0,679; P=0,011$) (**Gráfico 4**), Média FC Noite ($R=-0,618; P=0,24$) e SDANN Total ($R=0,588; P=0,035$) (**Gráfico 5**).

Os resultados para a correlação entre as variáveis da VFC determinadas no domínio da frequência e o VO_{2max} dos voluntários, encontram-se na **Tabela IX**. Neste domínio, não se verificaram correlações estatisticamente significativas entre o VO_{2max} e nenhuma das variáveis estudadas (LF, LF u.n., HF, HF u.n. e LF/HF).

Não-atletas (n=6)					Ultramaratonistas (n=7)				Total (n= 13)			
	Média ± DP	Mediana	Mínimo	Máximo	Média ± DP	Mediana	Mínimo	Máximo	Média ± DP	Mediana	Mínimo	Máximo
SDNN Total (ms)	170,4±34,1	154,3	140,9	218,3	231,6±61	203,1	174,4	343,9	203,4±57,9	193,3	140,9	343,9
SDNN Dia (ms)	134,7±33	125,1	95,6	181,7	168,8±56,5	147,1	118,1	275,6	153,1±48,6	136,2	95,6	275,6
SDNN Noite (ms)	129,6±34	137,2	84,9	162,4	183,2±73,4	151,3	111,4	307,2	158,5±62,8	151,3	84,9	307,2
RMSSD Total (ms)	46,5±12,2	43,1	32,5	62,9	64,1±37,7	54,7	34,5	144,5	56±29,2	45,7	32,5	144,5
RMSSD Dia (ms)	40,5±14,2	35,5	27,1	61,7	61,4±39,9	50,3	31,8	147,7	51,7±31,6	41,7	27,1	147,7
RMSSD Noite (ms)	57±11,9	57,3	38,8	76,1	74,5±40	62,2	42,1	157,1	66,4±30,7	58,0	38,8	157,1
HRV Index Total	24,3±5,8	22,3	17,5	32,6	34,3±8,1	30,4	26,6	46,0	29,7±8,6	28,4	17,5	46,0
Média RR Total (ms)	859±106,5	821,0	762,8	1025,2	1082,7±154,2	1086,6	860,5	1311,7	979,4±173,5	960,0	762,8	1311,7
Média RR Dia (ms)	791,6±97,6	758,3	699,0	950,2	1035,2±160,3	1007,8	799,0	1305,3	922,7±181,1	950,2	699,0	1305,3
Média RR Noite (ms)	1019,8±161,7	950,6	879,7	1273,3	1338,2±235,2	1291,8	1052,8	1725,9	1191,2±256,6	1165,9	879,7	1725,9
SDANN Total (ms)	152,9±32,2	135,0	129,7	203,0	211,4±57,5	189,1	152,9	317,8	184,4±54,8	184,2	129,7	317,8
SDANN Dia (ms)	115,7±32,8	104,9	75,1	160,3	139,8±43,8	127,0	90,9	214,0	128,7±39,6	109,5	75,1	214,0
SDANN Noite (ms)	94,8±34,8	92,9	52,1	140,4	128,9±56,6	98,3	80,9	228,1	113,1±49,2	98,3	52,1	228,1
Média FC Total (bpm)	73,7±8,2	75,6	61,2	81,8	59,3±8,9	56,9	47,5	72,7	65,9±11,1	66,5	47,5	81,8
Média FC Dia (bpm)	79,1±8,9	81,1	65,1	89,6	60,9±9,3	60,4	47,2	77,7	69,3±12,9	65,1	47,2	89,6
Média FC Noite (bpm)	61,3±9,2	63,8	48,1	70,7	47,6±8,9	47,2	35,7	59,7	53,9±11,2	52,1	35,7	70,7

Tabela IV Análise da variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo para os grupos Não-atletas, Ultramaratonistas e Total. Valores da média ± desvio padrão, mediana, máximo e mínimo, para as variáveis SDNN (desvio padrão de todos os intervalos NN), RMSSD (raiz quadrada da média da soma dos quadrados das diferenças entre intervalos NN adjacentes), Média RR (média de todos os intervalos RR), SDANN (Desvio padrão da média dos intervalos NN em todos os segmentos de 5 min da medição), FC média - total, dia e noite – e HRV index total (número total de intervalos NN dividido pela altura do histograma medido em intervalos de 7,8125ms que é equivalente a calcular o integral da função de distribuição e dividir pelo máximo).

Não atletas (n = 6)					Ultramaratonistas (n = 7)				Total (n = 13)			
	Média ± DP	Mediana	Mínimo	Máximo	Média ± DP	Mediana	Mínimo	Máximo	Média ± DP	Mediana	Mínimo	Máximo
LF (ms ²)	2017,1±499,9	1779,4	1623,7	2803,2	4396,9±6586,9	2054,2	1181,5	19296,4	3298,5±4829,3	1826,3	1181,5	19296,4
LF u.n.	63,2±8,9	61,9	55,2	79,3	66,8±13,4	62,8	51,6	81,7	65,1±11,2	62,8	51,6	81,7
HF (ms ²)	1258,5±688,7	1279,0	398,2	2226,4	1364,7±1077,4	918,4	516,2	3566,7	1315,7±883,8	977,3	398,2	3566,7
HF u.n.	33,2±7,2	35,9	20,2	38,8	32±12,9	34,3	17,4	47,1	32,6±10,3	34,7	17,4	47,1
LF/HF	3±1,5	2,6	1,4	5,6	3±1,7	1,8	1,3	5,2	3±1,5	2,4	1,3	5,6

Tabela V Análise da variabilidade da frequência cardíaca no domínio da frequência para os grupos Não atletas, Ultramaratonistas e Total. Valores da média ± desvio padrão, mediana, máximo e mínimo, para as variáveis LF (baixa frequência), LF u.n. (baixa frequência em unidades normalizadas), HF (alta frequência), HF u.n. (alta frequência em unidades normalizadas) e LF/HF (balanço entre baixa frequência e alta frequência).

		Não atletas (n=6)	Ultramaratonistas (n=7)	P
		Média±DP	Média±DP	
Domínio do tempo	SDNN_Total (ms)	170,4±34,1	231,6±61	0,052
	SDNN_Dia (ms)	134,7±33	168,8±56,5	0,222
	HRV_Index_Total	24,3±5,8	34,3±8,1	0,030
	Média_RR_Total (ms)	859±106,5	1082,7±154,2	0,012
	Média_RR_Dia (ms)	791,6±97,6	1035,2±160,3	0,008
	Média_RR_Noite (ms)	1019,8±161,7	1338,2±235,2	0,018
	Média_FC_Total (bpm)	73,7±8,2	59,3±8,9	0,012
	Média_FC_Dia (bpm)	79,1±8,9	60,9±9,3	0,004
	Média_FC_Noite (bpm)	61,3±9,2	47,6±8,9	0,020
	SDANN_Total (ms)	152,9±32,2	211,4±57,5	0,050
	SDANN_Dia (ms)	115,7±32,8	139,8±43,8	0,292
	SDANN_Noite (ms)	94,8±34,8	128,9±56,6	0,228
Domínio da frequência	HF (ms ²)	1258,5±688,7	1364,7±1077,4	0,840
	HF u.n.	33,2±7,2	32±12,9	0,833

Tabela VI Teste t de Student para igualdade de médias - variáveis com distribuição normal.
Variâncias diferentes na variável HF_u.n.

		Não atletas (n=6)	Ultramaratonistas (n=7)	P
		Mediana (min-máx)	Mediana (min-máx)	
Domínio do tempo	SDNN Noite (ms)	137,2(84,9-162,4)	151,3(111,4-307,2)	0,295
	RMSSD Total (ms)	43,1(32,5-62,9)	54,7(34,5-144,5)	0,445
	RMSSD Dia (ms)	35,5(27,1-61,7)	50,3(31,8-147,7)	0,295
	RMSSD Noite (ms)	57,3(38,8-76,1)	62,2(42,1-157,1)	0,534
Domínio da frequência	LF (ms ²)	1779,4(1623,7-2803,2)	2054,2(1181,5-19296,4)	0,836
	LF u.n.	61,9(55,2-79,3)	62,8(51,6-81,7)	0,731
	LF/HF	2,6(1,4-5,6)	1,8(1,3-5,2)	0,836

Tabela VII Teste de Mann-Whitney - variáveis sem distribuição normal.

	SDNN Total	SDNN Dia	SDNN Noite	HRV Index Total	Média RR Total	Média RR Dia	Média RR Noite	Média FC Total	Média FC Dia	Média FC Noite	SDANN Total	SDANN Dia	SDANN Noite
R	,598*	,449	,571*	,715**	,704**	,757**	,653*	-,679*	-,767**	-,618*	,588*	,406	,504
P	,031	,124	,042	,006	,007	,003	,015	,011	,002	,024	,035	,169	,079

Tabela VIII Correlações entre as variáveis da VFC no domínio do tempo e os valores de VO_{2max}.

R: correlação. P: nível de significância. ** Correlação significativa com P<0,01. *Correlação significativa com P<0,05.

	LF	HF	LF/HF	LF u.n.	HF u.n.
R	,225	,048	,119	,265	-,165
P	,459	,876	,699	,382	,590

Tabela IX Correlações entre as variáveis da VFC no domínio da frequência e os valores de VO_{2max}.

R: correlação. P: nível de significância.

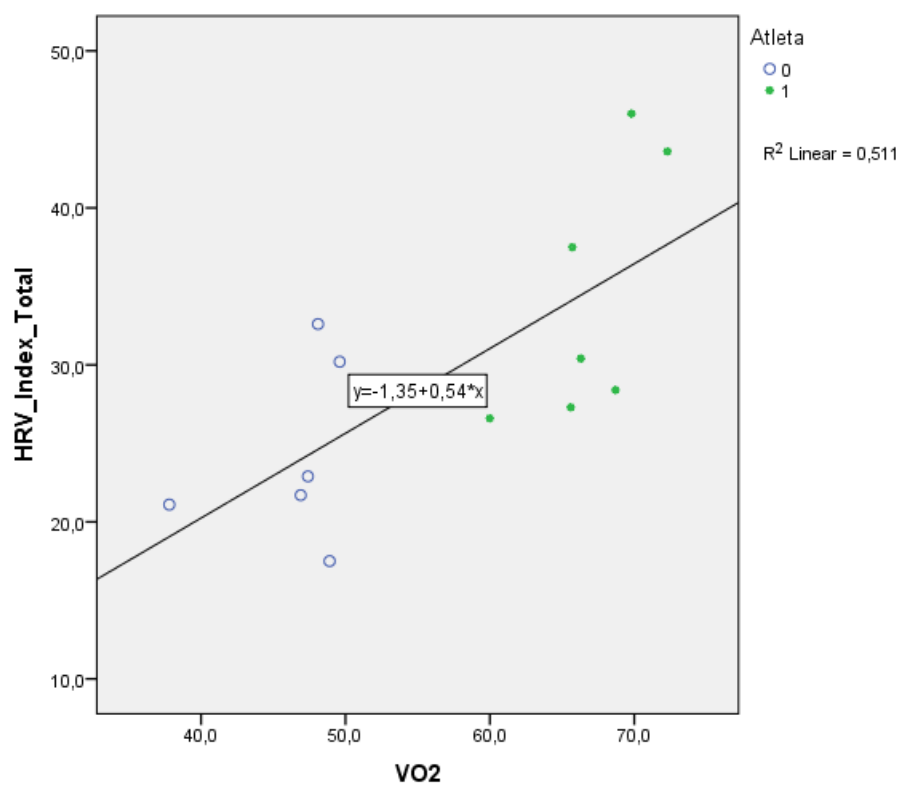


Gráfico 1 Correlação entre o HRV index Total e o VO_{2max} (mL/kg/min) (P<0,01)

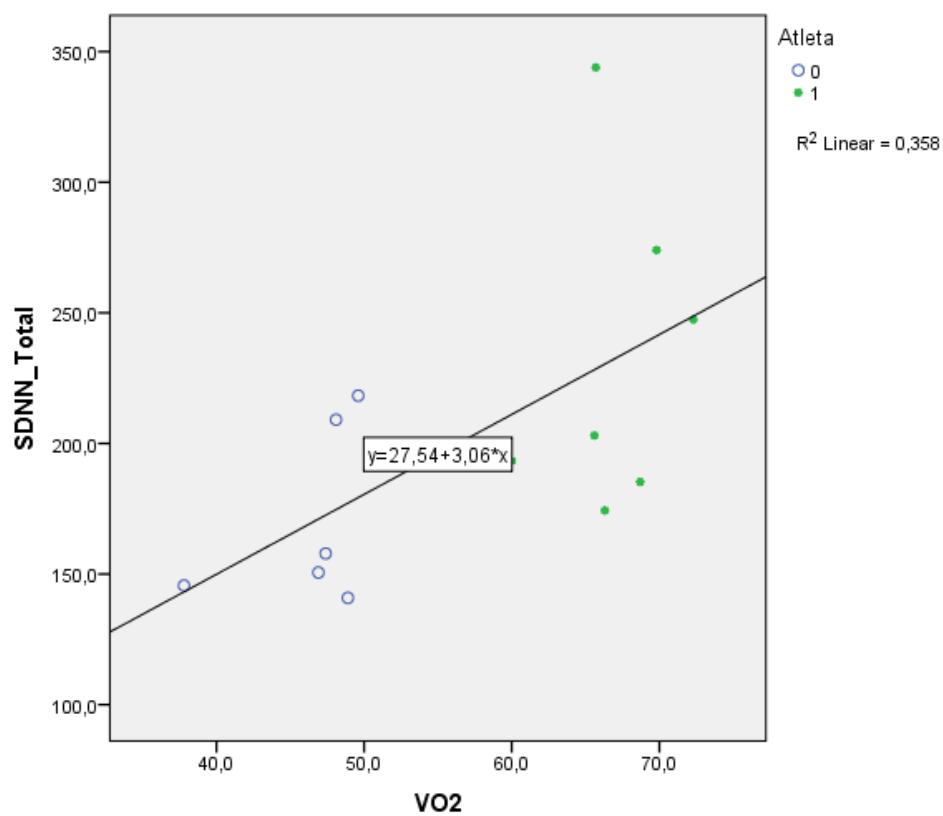


Gráfico 2 Correlação entre o SDNN Total e o VO_{2max} (mL/kg/min) (P<0,05)

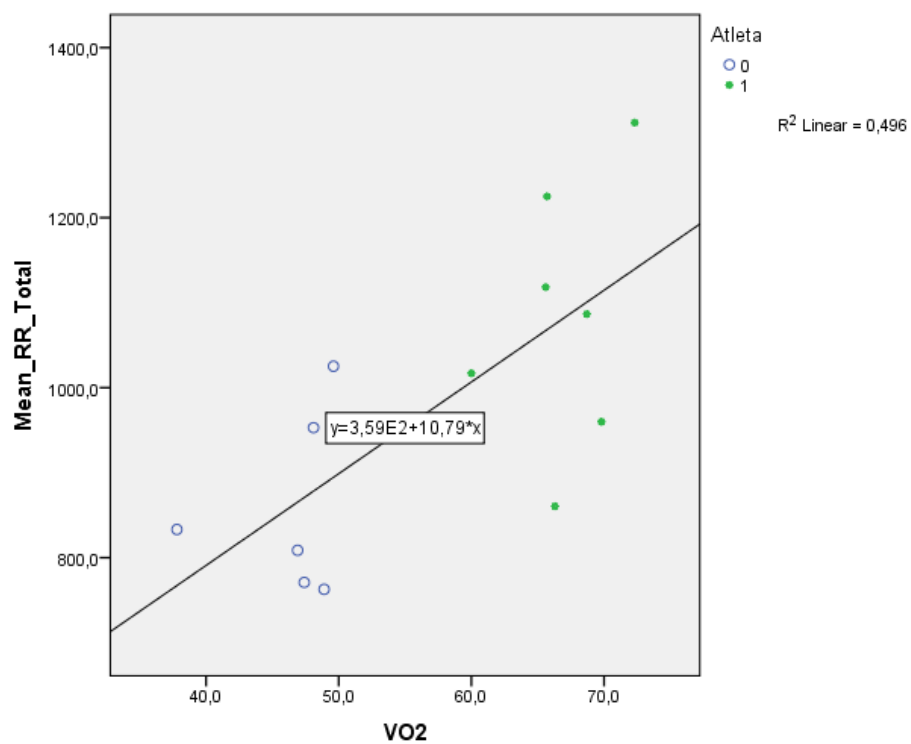


Gráfico 3 Correlação entre a média dos intervalos RR Total e o VO_{2max} (mL/kg/min) ($P<0,01$)

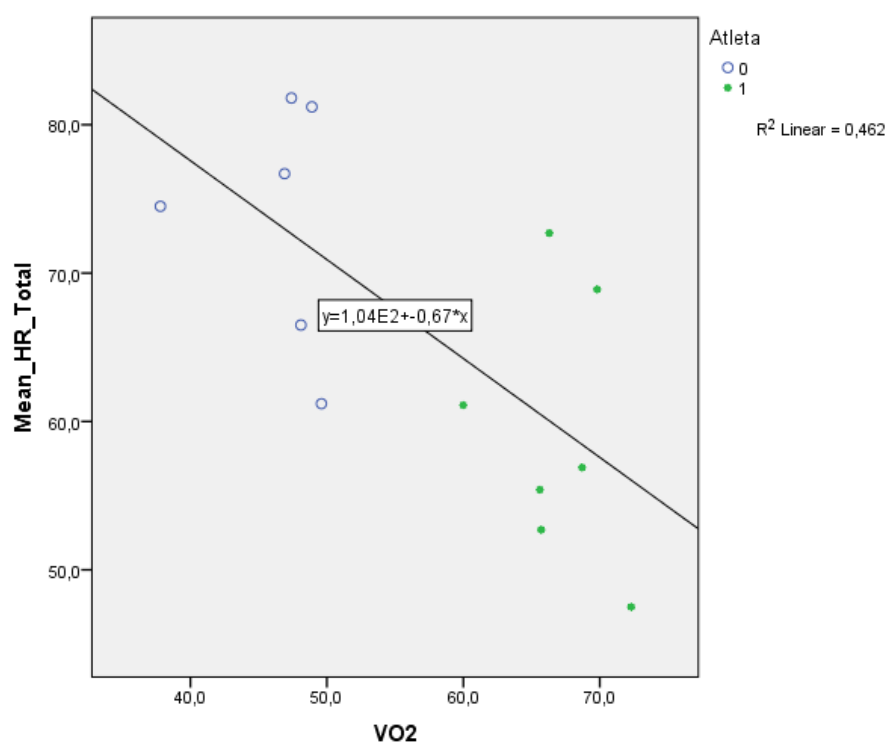


Gráfico 4 Correlação entre a média da FC total e o VO_{2max} (mL/kg/min) ($P<0,05$)

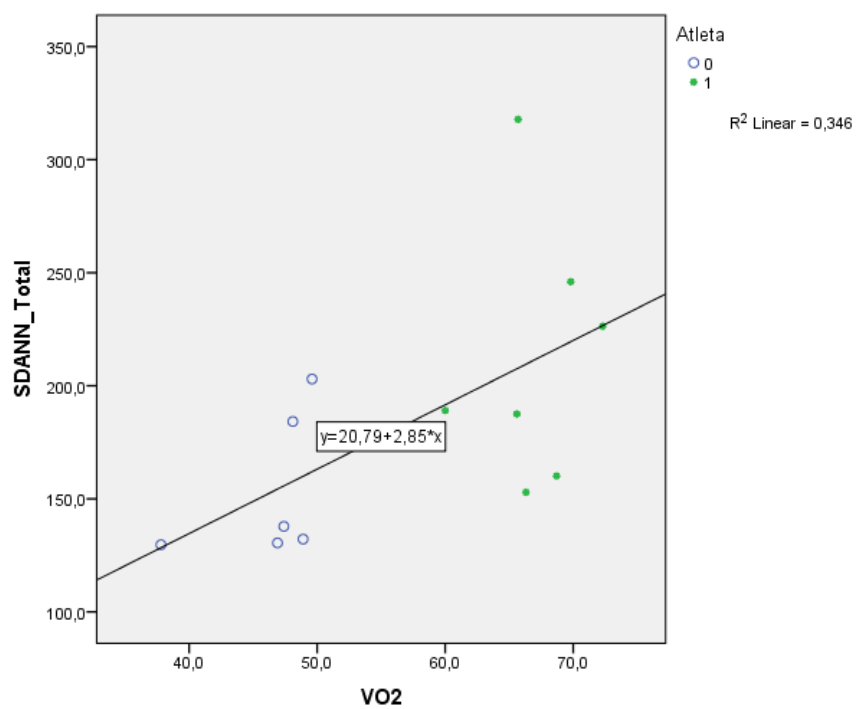


Gráfico 5 Correlação entre a média do SDANN total e o VO_{2max} (mL/kg/min) ($P < 0,05$)

DISCUSSÃO

O principal objectivo do presente estudo era avaliar a possível existência de diferenças na Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), nos domínios do tempo e da frequência, entre um grupo de ultramaratonistas especialistas de ultratrail e um grupo de não-atletas. Foi também objectivo do estudo relacionar a VFC com a capacidade aeróbia.

Recorreu-se à avaliação das características demográficas e da composição corporal, para caracterização da amostra e identificação de possíveis diferenças existentes entre os dois grupos. Foram encontradas as diferenças esperadas entre o grupo de ultramaratonistas e o grupo de não-atletas a nível do IMC e da %MG, ambos com valores inferiores nos ultra-maratonistas. Não se verificaram diferenças significativas na idade entre os dois grupos, o que elimina o possível factor confundidor associado a esta variável, uma vez que a sua relação com a VFC está já descrita em estudos prévios(14)(15). A determinação do VO_{2max} revelou diferenças altamente significativas entre os dois grupos ($P=0,000$), o que evidencia a superior capacidade aeróbia dos ultramaratonistas(16).

Para a análise da VFC, no domínio do tempo recorreu-se à análise das 24 horas do ECG, com determinação das variáveis recomendadas pelas *guidelines*(7). Importa referir que embora nas *guidelines* seguidas se preconize o recurso a períodos de 5 minutos para a análise no domínio da frequência, estudos posteriores recorrem e recomendam a utilização de períodos de 10 minutos(17)(3). A presença de artefactos e batimentos ectópicos a excluir antes da realização da análise da VFC poderia tornar os 5 minutos insuficientes para uma análise apropriada, pelo que no presente estudo se optou pela análise de segmentos de 10 minutos para análise no domínio da frequência. Esses períodos foram seleccionados a partir do registo de ECG obtido durante o sono, uma vez que neste período há uma maior probabilidade de obter sinal estacionário, o mais adequado para a análise neste domínio(17).

Os ultramaratonistas tiveram uma FC significativamente mais baixa que a dos não-atletas, tendo-se verificado este resultado não só no registo total das 24 horas, como também no registo realizado apenas no dia e na noite, separadamente; esta diferença entre os dois grupos bem como a bradicardia no grupo dos ultramaratonistas é consistente com estudos prévios, realizados também em corredores de longas distâncias(3)(10).

No domínio do tempo, o HRV index total foi significativamente diferente nos dois grupos, com uma maior variabilidade a verificar-se no grupo dos ultramaratonistas. A média do intervalo RR mostrou ser também significativamente

diferente e superior no grupo dos ultramaratonistas. Estes resultados coadunam-se com os de estudos prévios realizados em atletas de outras modalidades.(3)(18)(19) Nas variáveis SDNN total e SDANN total, apesar de não terem revelado diferenças estatisticamente significativas($P=0,052$ e $P=0,050$, respectivamente), verificou-se uma tendência forte no sentido de maior variabilidade no grupo dos ultramaratonistas comparativamente ao grupo dos não-atletas. Este resultado limítrofe pode dever-se ao tamanho reduzido da amostra($n=13$).

No domínio da frequência não se verificaram diferenças significativas entre os grupos em nenhuma das variáveis avaliadas. Uma vez que o componente HF da análise espectral da VFC reflecte a actividade autonómica vagal(9)(14)(8), faria sentido que se verificasse uma maior expressão do mesmo nos ultramaratonistas, assumindo a associação do SNP com a sua bradicardia acentuada. No entanto, a ausência de diferença significativa entre os valores de HF nos dois grupos pode sugerir que a bradicardia verificada poderá ser intrínseca aos ultramaratonistas e não se encontrar na dependência de alterações autonómicas adaptativas decorrentes do treino físico de longa duração.(3)(10) É de referir ainda, a favor desta hipótese, que a única variável no domínio do tempo em que não se verificaram nem diferenças entre os grupos nem correlações com o VO_{2max} foi a RMSSD. Esta medida está relacionada com o sistema nervoso parassimpático, e está descrita a sua correlação significativa com a variável HF do domínio da frequência(20).

Na determinação das correlações entre o VO_{2max} e as variáveis estudadas encontraram-se, porém, várias correlações estatisticamente significativas, no domínio do tempo, em variáveis para as quais não se tinham verificado diferenças aquando da comparação inter-grupos. Encontraram-se correlações positivas entre o VO_{2max} e as variáveis SDNN Total, SDNN Noite, HRV índice total, Média RR Total, Média RR Dia, Média RR Noite e SDANN total e correlações negativas com a Média FC total, Média FC Dia e Média FC Noite; estes achados sugerem uma associação entre maior capacidade aeróbia e maior VFC. Sugerem, também, que a FC da amostra e, consequentemente, a bradicardia encontrada nos atletas, se correlacionam com a capacidade aeróbia: o sentido negativo da correlação indica que quanto maior é a capacidade aeróbia, menor é a FC, o que se encontra em concordância com estudos prévios. No domínio da frequência, mais uma vez não se verificaram correlações entre os componentes espectrais e o VO_{2max} .

Algumas variáveis que não revelaram diferenças entre os dois grupos, tiveram correlações significativas com o VO_{2max} . Uma possível explicação para este facto pode estar relacionada com o critério empregue na fase inicial do presente estudo para o recrutamento dos voluntários, que foi o factor ser ultramaratonista vs ser não-atleta. O

VO_{2max} foi realizado posteriormente para quantificar a diferente condição física, esperada, entre os dois grupos. Em vários dos estudos transversais prévios realizados em atletas e não-atletas, a segregação dos grupos foi estabelecida logo à partida com base em valores de VO_{2max} que distam muito mais entre grupos do que o que se verifica na nossa amostra(9)(21). Enquanto o limite superior de VO_{2max} habitualmente escolhido para o grupo dos não-atletas é entre 40-45 mL/kg/min, no nosso estudo apenas um dos não-atletas possuía um valor inferior a 45 mL/kg/min, sendo que mesmo a média no grupo dos não-atletas foi de $46,5 \pm 4,3$ mL/kg/min, acima do valor 45 mL/kg/min adoptado como limite superior nos grupos de não-atletas dos outros estudos. Assim, o facto de os nossos não-atletas apresentarem valores de VO_{2max} superiores aos dos não-atletas de outros estudos, pode explicar a ausência de diferenças significativas entre os grupos em algumas das variáveis no domínio do tempo, que tenham sido ultrapassadas quando se procedeu à junção de todos os dados e se estabeleceu uma correlação directa entre o VO_{2max} e a VFC, sem separação dos grupos. O presente estudo não estabelece uma comparação entre um grupo de atletas (ultramaratonistas) e um grupo de sedentários, sem qualquer prática de actividade física regular, mas sim entre atletas e indivíduos sem prática regular e organizada de exercício físico e sem participação em competições desportivas, um aspecto distintivo relativamente a muitos dos estudos realizados previamente.

Existem vários estudos que analisam a VFC em atletas de diversas modalidades (ciclismo, remo, rugby, corrida, karaté, natação, etc.)(9)(19)(14)(22)(23)(10)(8)(24)(25) mas desconhecemos estudos prévios desta natureza que tenham sido realizados em ultramaratonistas, nomeadamente praticantes de ultratrail. Estes atletas realizam esforços de *endurance* muito intensos, que têm sido recentemente estudados quanto aos possíveis efeitos nocivos que podem provocar a nível cardíaco(26)(27)(28). Apesar de o efeito a longo prazo desta prática ainda não ser conhecido, foi já verificado um aumento dos biomarcadores de lesão cardíaca (troponina, galectina-3 e NT-proBNP) em doseamentos realizados imediatamente após uma ultramaratona(26). A lesão e reparação miocárdicas recorrentes na sequência de esforços de *endurance* prolongados e crónicos pode eventualmente levar a efeitos no coração como fibrose miocárdica e disfunção diastólica(28). O facto de não termos encontrado uma maior variabilidade nos ultramaratonistas no domínio da frequência e em algumas variáveis do domínio do tempo pode estar relacionado com uma hipotética atenuação deste parâmetro decorrente da agressão miocárdica a que, eventualmente, estes ultramaratonistas possam estar expostos na modalidade que praticam.

Uma limitação do nosso estudo é o número reduzido da amostra ($n=13$), uma vez que dificulta a obtenção de significância estatística. Para além disso, a amostra diminuta também leva a que não se verifique uma distribuição normal em algumas das variáveis analisadas, obrigando a utilização de testes não paramétricos: é de admitir que um alargamento da nossa amostra pudesse resultar numa distribuição normal das variáveis e em diferenças significativas na VFC também no domínio da frequência. No entanto, este estudo possui uma amostra reduzida por motivos inerentes à especificidade e exigência extremas da modalidade ultramaratona/ultratrail. Em Portugal, verificou-se recentemente uma emergência assinalável no número de competições desta natureza que são realizadas, bem como no número de atletas envolvidos, representando já mais de 50% das provas fora de estádio(29). Desta forma, entende-se que não exista ainda uma população numerosa de ultramaratonistas com alto nível de *performance* competitiva, que seja homogénea no que concerne ao número de anos de prática e antecedentes desportivos e que habite a uma distância do local do estudo que permita a sua inclusão. Todos os ultramaratonistas participantes neste estudo obtiveram resultados de relevo a nível nacional e em participações a nível internacional; não obstante, o número de anos de prática de cada um não é homogéneo, bem como os seus antecedentes desportivos. A inexistência de equipas com vários atletas nesta modalidade cumprindo um plano de treinos comum e com um calendário competitivo equivalente impede a uniformização da amostra que é possível, por exemplo, no estudo de atletas de modalidades colectivas.

Não foi possível assegurar a ausência de actividade física nas 48 horas nem nas 24 horas anteriores à realização do Holter, conforme recomendado em estudos prévios(9)(11), tanto no grupo dos atletas como dos não-atletas, por questões logísticas relacionadas com a previsibilidade da disponibilidade dos aparelhos de Holter com a antecedência necessária para controlo dessa variável. A privação alargada da realização de exercício físico de forma a que abarcasse o período de tempo em que era expectável a concretização do exame não só inviabilizaria o cumprimento dos objectivos de cada atleta do ponto de vista desportivo, como também poderia induzir um estado de “descondicionamento”(30) e, conseqüentemente, comprometer a fiabilidade da avaliação efectuada. A realização de treinos intensos nesse período prévio à colocação do Holter poderá ter condicionado a presença de um tónus simpático persistentemente aumentado ainda durante a realização do exame, que justifique a ausência de diferenças na VFC no domínio da frequência. Da mesma forma, não foi possível controlar em todos os voluntários a ingestão de cafeína e/ou de bebidas alcoólicas nas 24 horas antes do teste. Importa referir que foram usados dois

aparelhos diferentes, Aria® e Evo®, também por uma questão de disponibilidade limitada dos mesmos. No entanto, o *software* a que se recorreu para análise dos registos obtidos por cada um deles foi o mesmo, pelo que se admite que este factor não tenha tido interferência nos resultados.

Sabe-se que a diminuição da VFC após eventos isquémicos cardíacos se encontra associada a um pior prognóstico(31), o que leva à questão de se, inversamente, a maior VFC encontrada nos ultramaratonistas corresponderá a um indicador de “melhor saúde”. Os achados do presente estudo não permitem concluir nesse sentido; para tal, recomenda-se que sejam realizados estudos longitudinais que procedam à avaliação contínua dos atletas, para documentar a incidência de eventos cardíacos num período de tempo alargado. Acresce ainda que o nosso estudo não permite excluir possíveis diferenças genéticas que possam condicionar não só a maior VFC como também a menor FC encontrada nos ultramaratonistas. Para controlo desta variável, será necessária também uma avaliação longitudinal, iniciada antes do início da prática desportiva, para que se possa inferir acerca do efeito do treino físico de grande volume nesses parâmetros. Seria também importante ter podido realizar exames laboratoriais que permitissem pesquisar diferenças entre os dois grupos, mas não foi possível obter apoio institucional para a realização dos exames propostos na submissão inicial do projecto para aprovação.

A execução deste estudo permitiu adquirir experiência na utilização do *software* de análise da VFC que já existia no Serviço de Cardiologia do Hospital Santo António mas cujas potencialidades ainda não tinham sido desenvolvidas. Este estudo permitiu ainda identificar limitações que se verificavam nesse *software* e permitiu a aquisição de um conhecimento prático que permite agora a sua utilização e aplicação na clínica.

Como conclusões principais deste estudo destacam-se a existência de maior VFC no domínio do tempo nos ultramaratonistas do que nos não-atletas e a existência de uma forte correlação positiva entre um maior VO_{2max} e uma maior VFC no domínio do tempo. A ausência de maior variabilidade nos ultramaratonistas no domínio da frequência e em alguns parâmetros no domínio do tempo que foi observada pode decorrer de efeitos deletérios do esforço de *endurance* prolongado realizado pelos ultramaratonistas, algo que representa uma hipótese preocupante e que por isso merece ser investigado. Assim, os presentes resultados justificam a inclusão de mais voluntários, quer ultramaratonistas quer não-atletas, para melhor esclarecimento destes aspectos. Até à obtenção desses resultados justifica-se uma atitude de atenção à possibilidade de que os efeitos cardiovasculares e autonómicos da prática de ultramaratonas de trail a um nível competitivo elevado possa resultar em efeitos sobre

o coração e SNA que possam, pelo menos parcialmente, diferir do que se observa em atletas de outras modalidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hautala AJ, Kiviniemi AM, Tulppo MP. Individual responses to aerobic exercise: The role of the autonomic nervous system. *Neurosci Biobehav Rev.* 2009 Feb;33(2):107–15.
2. Zahradník D, Korvas P. The Introduction into Sports Training. Masaryk University, Brno; 2012.
3. Aubert AE, Seps B, Beckers F. Heart rate variability in athletes. *Sports Med.* 2003;33(12):889–919.
4. Fagard RH. Impact of different sports and training on cardiac structure and function. *Cardiol Clin.* 1997;15(3):397–412.
5. Goldsmith RL, Bigger JT, Bloomfield DM, Steinman RC. Physical fitness as a determinant of vagal modulation. *Med Sci Sports Exerc.* 1997 Jun;29(6):812–7.
6. Carter JB, Banister EW, Blaber AP. Effect of Endurance Exercise on Autonomic Control of Heart Rate. *Sports Med.* 2003;33–46.
7. Malik M, Bigger JT, Camm AJ, Kleiger RE, Malliani A, Moss AJ, et al. Heart rate variability standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Eur Heart J.* 1996;17(3):354–81.
8. Dixon EM, Kamath MV, McCartney N, Fallen EL. Neural regulation of heart rate variability in endurance athletes and sedentary controls. *Cardiovasc Res.* 1992;26(7):713–9.
9. Goldsmith RL, Bigger JT, Steinman RC, Fleiss JL. Comparison of 24-hour parasympathetic activity in endurance-trained and untrained young men. *J Am Coll Cardiol.* 1992;20(3):552–8.
10. Martinelli FS, Chacon-Mikahil MPT, Martins LEB, Lima-Filho EC, Golfetti R, Paschoal MA, et al. Heart rate variability in athletes and nonathletes at rest and during head-up tilt. *Braz J Med Biol Res.* 2005;38(4):639–47.
11. Abad C, do Nascimento A, Gil S, Kobal R, Loturco I, Nakamura F, et al. Cardiac Autonomic Control in High Level Brazilian Power and Endurance Track-and-Field Athletes. *Int J Sports Med.* 2014 Apr 25;35(09):772–8.
12. Tsuji H, Venditti FJ, Manders ES, Evans JC, Larson MG, Feldman CL, et al. Reduced heart rate variability and mortality risk in an elderly cohort. The Framingham Heart Study. *Circulation.* 1994;90(2):878–83.
13. Dutra SGV, Pereira APM, Tezini GCSV, Mazon JH, Martins-Pinge MC, Souza HCD. Cardiac Autonomic Modulation Is Determined by Gender and Is Independent of Aerobic Physical Capacity in Healthy Subjects. *Ardehali H, editor. PLoS ONE.* 2013 Oct 3;8(10):e77092.
14. Migliaro ER, Contreras P, Bech S, Etxagibel A, Castro M, Ricca R, et al. Relative influence of age, resting heart rate and sedentary life style in short-term analysis of heart rate variability. *Braz J Med Biol Res.* 2001;34(4):493–500.

15. Catai AM, Chacon-Mikahil MPT, Martinelli FS, Forti VAM, Silva E, Golfetti R, et al. Effects of aerobic exercise training on heart rate variability during wakefulness and sleep and cardiorespiratory responses of young and middle-aged healthy men. *Braz J Med Biol Res.* 2002;35(6):741–52.
16. Huang G, Gibson CA, Tran ZV, Osness WH. Controlled Endurance Exercise Training and VO₂max Changes in Older Adults: A Meta-Analysis. *Prev Cardiol.* 2005 Sep;8(4):217–25.
17. Piotrowicz E, BARANOWSKI R, PIOTROWSKA M, ZIELIŃSKI T, Piotrowicz R. Variable effects of physical training of heart rate variability, heart rate recovery, and heart rate turbulence in chronic heart failure. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2009;32(s1):S113–S115.
18. Kouidi E, Haritonidis K, Koutlianos N, Deligiannis A. Effects of athletic training on heart rate variability triangular index. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2002 Jul;22(4):279–84.
19. Raczak G, Daniłłowicz-Szymanowicz L, Kobuszevska-Chwirot M, Ratkowski W, Figura-Chmielewska M, Szwoch M. Long-term exercise training improves autonomic nervous system profile in professional runners. *Kardiologia Pol.* 2006;64:135–40.
20. Kleiger RE, Stein PK, Bigger JT. Heart rate variability: measurement and clinical utility. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2005;10(1):88–101.
21. Shin K, Minamitani H, Onishi S, Yamazaki H, Lee M. Autonomic differences between athletes and nonathletes: spectral analysis approach. *Med Sci Sports Exerc.* 1997 Nov;29(11):1482–90.
22. Dalla Vecchia L, Traversi E, Porta A, Lucini D, Pagani M. On site assessment of cardiac function and neural regulation in amateur half marathon runners. *Open Heart.* 2014;1(1):e000005.
23. Esco MR, Flatt AA. Ultra-Short-Term Heart Rate Variability Indexes at Rest and Post-Exercise in Athletes: Evaluating the Agreement with Accepted Recommendations. *J Sports Sci Med.* 2014;13(3):535.
24. Janssen MJ, de Bie J, Swenne CA, Oudhof J. Supine and standing sympathovagal balance in athletes and controls. *Eur J Appl Physiol.* 1993;67(2):164–7.
25. Aubert AE, Ramaekers D, Cuhe Y, Lysens R, Ector H, Van de Werf F. Effect of long term physical training on heart rate variability. *Computers in Cardiology, 1996* [Internet]. IEEE; 1996 [cited 2015 Jan 13]. p. 17–20. Available from: http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=542462
26. Salvagno GL, Schena F, Gelati M, Danese E, Cervellin G, Guidi GC, et al. The concentration of high-sensitivity troponin I, galectin-3 and NT-proBNP substantially increase after a 60-km ultramarathon. *Clin Chem Lab Med* [Internet]. 2014 Jan 1 [cited 2015 May 28];52(2). Available from: <http://www.degruyter.com/view/j/cclm.2014.52.issue-2/cclm-2013-0601/cclm-2013-0601.xml>

27. Passaglia DG, Emed LGM, Barberato SH, Guerios ST, Moser AI, Silva MMF. Acute effects of prolonged physical exercise: evaluation after a twenty-four-hour ultramarathon. *Arq Bras Cardiol Internet*. 2012 Dec 18;100(1):21–8.
28. Patil HR, O’Keefe JH, Lavie CJ, Magalski A, Vogel RA, McCullough PA. Cardiovascular damage resulting from chronic excessive endurance exercise. *Mo Med*. 2012;109(4):312–21.
29. 8 Portuguese no Mundial de Trail Running [Internet]. Federação Portuguesa de Atletismo (FPA). 2015. Available from: <http://www.fpatletismo.pt/pt/8-portugueses-no-mundial-de-trail-running>
30. Melanson EL. Resting heart rate variability in men varying in habitual physical activity. *Med Sci Sports Exerc*. 2000 Nov;32(11):1894–901.
31. Huikuri HV, Stein PK. Heart rate variability in risk stratification of cardiac patients. *Prog Cardiovasc Dis*. 2013 Oct;56(2):153–9.

AGRADECIMENTOS

Às várias pessoas que foram fundamentais na realização deste trabalho não posso deixar de expressar o meu agradecimento:

Ao Dr. Pedro Amorim, orientador deste trabalho, pelo entusiasmo transmitido, tempo disponibilizado e pela oportunidade que me proporcionou de participar neste projecto e adquirir competências fundamentais para o meu crescimento e aprendizagem como aluna de medicina e futura médica.

À Técnica Fátima Ferreira, pela sua colaboração fundamental na concretização prática deste estudo, pelo auxílio incansável na resolução dos problemas técnicos com que nos fomos deparando, pela disponibilidade que sempre demonstrou e, não menos importante, pela amabilidade e simpatia com que sempre me recebeu.

Ao Dr. Vítor Lagarto, pelo tempo disponibilizado, por todos os esclarecimentos e auxílio no estudo associado a este projecto e pela prontidão com que me ajudou na resolução dos obstáculos que foram surgindo.

À Professora Catarina Nunes pelo auxílio fundamental que prestou a nível da compreensão da análise da variabilidade e pela análise estatística do estudo.

Ao Dr. Severo Torres, pela possibilidade que me proporcionou de realizar este estudo ao dar não só a sua permissão mas também o seu apoio para que este projecto utilizasse aparelhos do Serviço de Cardiologia do CHP.

À FADEUP, nas pessoas do Professor José Oliveira e do Doutor Daniel Gonçalves, que permitiram a colaboração do CIAFEL, e na pessoa do Dr. Tiago Montanha, pela realização dos testes DEXA e VO_{2max} , pelos ensinamentos e ajuda que me proporcionou ao longo do estudo.

Ao Dr. Jaime Milheiro e ao Professor Paulo Colaço pelo tempo disponibilizado para que lhes expusesse o meu projecto e pelas sugestões que fizeram.

À Dra. Ester Alves, aluna de doutoramento do ICBAS e ela também atleta, pela colaboração empenhada no recrutamento dos ultramaratonistas voluntários.

A todos os voluntários, que se mostraram prontamente disponíveis a colaborar no estudo, o meu muito obrigado. Todos sacrificaram as suas vidas pessoais, fizeram deslocações, disponibilizaram tempo, aceitaram o incómodo de 24 horas de monitorização sem que pudessem fazer a sua higiene pessoal como habitualmente e sem que pudessem realizar actividade desportiva. Em particular aos atletas, agradeço a partilha de experiências e de conhecimentos acerca desta modalidade que nos é comum, o Atletismo.

ANEXOS

ANEXO 1 – Consentimento informado

ANEXO 2 – Folheto informativo

ANEXO 3 – Respostas ao questionário – atletas

ANEXO 4 – Respostas ao questionário – não-atletas

ANEXO 5 – Aprovação institucional

ANEXO 1

CONSENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMENTO INFORMADO, LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPAÇÃO EM PROJECTOS DE INVESTIGAÇÃO

de acordo com a Declaração de Helsínquia² e a Convenção de Oviedo³

Por favor, leia com atenção a seguinte informação. Se achar que algo está incorrecto ou que não está claro, não hesite em solicitar mais informações. Se concorda com a proposta que lhe foi feita, queira assinar este documento.

Título do estudo: Avaliação da relação entre a variabilidade do intervalo R-R do electrocardiograma e a prática desportiva.

Enquadramento: Estudo a realizar com base no Hospital de Santo António do Centro Hospital do Porto e na Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, no âmbito da Tese de Mestrado Integrado em Medicina do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da aluna Ana Marta Pinto, sob orientação do Prof. Dr. Pedro de Pinho e Costa Amorim.

Explicação do estudo: A variabilidade da frequência cardíaca é um fenómeno fisiológico, isto é, que ocorre nas pessoas normais, e que consiste no facto de a frequência com que o coração se contrai variar com a respiração. De cada vez que os pulmões se enchem de ar o coração acelera ligeiramente. Esta variabilidade pode ser medida através de métodos especiais de análise do electrocardiograma. Alguns estudos sugerem que quanto maior for esta variabilidade da frequência cardíaca melhor poderá ser a saúde ou o desempenho atlético, tendo este parâmetro vindo a ser estudado como preditor da *performance* atlética ou de excesso de treino. A atenuação desta variabilidade tem sido também associada a doença e a pior *outcome* em várias situações patológicas.

O objectivo do presente estudo é determinar as diferenças existentes na variabilidade da frequência cardíaca, como marcador da função autonómica e possível indicador de saúde, entre atletas e indivíduos sem história prévia de prática regular de exercício físico. Os participantes, todos voluntários e do sexo masculino, serão atletas e indivíduos da mesma idade mas não-atletas. Numa primeira fase, os voluntários serão sujeitos a um teste de VO₂ máximo e avaliação da composição corporal de modo a permitir separar os atletas dos não-atletas. O estudo propriamente dito consiste na realização da monitorização contínua do ECG de 24h (Holter) com *software* de avaliação contínua da variabilidade R-R, monitorização da pressão arterial por 24h, avaliação cardiológica através de ECG de 12 derivações e de ecocardiograma. O registo de Holter será realizado ao longo de 24 horas, período durante o qual os participantes poderão desenvolver todas as suas actividades normais.

Condições e financiamento: A participação no estudo é voluntária e não proporciona qualquer contrapartida a não ser o conhecimento dos resultados das avaliações de cada participante. A não participação no estudo não implica quaisquer prejuízos para os participantes. O estudo foi submetido a parecer e aprovado pela Comissão de Ética para a Saúde do Centro Hospitalar do Porto – Hospital de Santo António.

Confidencialidade e anonimato: É garantida a confidencialidade e anonimato dos dados recolhidos para o presente estudo, que serão usados exclusivamente para os propósitos

² http://portal.arsnorte.min-saude.pt/portal/page/portal/ARSNorte/Comiss%C3%A3o%20de%20C3%89tica/Ficheiros/Declaracao_Helsinquia_2008.pdf

³ <http://dre.pt/pdf1sdip/2001/01/002A00/00140036.pdf>

enunciados do mesmo. Não serão publicados quaisquer dados identificativos, pelo que a identificação dos participantes nunca será tornada pública. As avaliações e recolha de dados serão realizadas em ambiente de privacidade.

Declaração da investigadora: Eu, Ana Marta Cardoso Conde Pinto, aluna do 6º ano do Mestrado Integrado em Medicina do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, investigadora responsável pelo estudo, confirmo que expliquei à pessoa abaixo indicada, de forma adequada e inteligível, o fundamento e procedimentos necessários ao estudo de investigação acima mencionado. Respondi a todas as questões que me foram colocadas e assegurei-me de que houve um período de reflexão suficiente para a tomada da decisão. Também garanti que, em caso de recusa, não haverá qualquer prejuízo ou desvantagem para o participante.

Assinatura(s):

(Ana Marta Cardoso Conde Pinto)

~~~~~

**Declaração do participante:** *Declaro ter lido e compreendido este documento, bem como as informações verbais que me foram fornecidas pela/s pessoas/s que acima assina/m e que considero suficientes. Foi-me garantida a possibilidade de, em qualquer altura, recusar participar neste estudo sem qualquer tipo de consequências. Desta forma, aceito participar neste estudo e permito a utilização dos dados que de forma voluntária forneço, confiando em que apenas serão utilizados para esta investigação e nas garantias de confidencialidade e anonimato que me são dadas pelo/a investigador/a.*

Nome: \_\_\_\_\_

Assinatura:  
/\_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**ESTE DOCUMENTO, COMPOSTO DE 2 PÁGINA/S, É FEITO EM DUPLICADO:  
UMA VIA PARA O/A INVESTIGADOR/A, OUTRA PARA A PESSOA QUE CONSENTE**

## **ANEXO 2**

### **FOLHETO INFORMATIVO**

## FOLHETO INFORMATIVO PARA PARTICIPANTES – TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO

### **TÍTULO: Avaliação da relação entre a variabilidade do intervalo R-R do electrocardiograma e a prática desportiva**

A prática regular de exercício físico é amplamente aceite como um factor significativo na melhoria de vários indicadores de saúde, verificando-se nos seus praticantes alterações de natureza fisiológica e anatómica que têm sido alvo de investigação científica desde há várias décadas.

A variabilidade da frequência cardíaca é um parâmetro que tem sido estudado como marcador da função autonómica cardíaca, como preditor de *performance* atlética e de *over-training*, sendo que a sua atenuação está associada a doença e a um pior *outcome* em várias situações patológicas. Este parâmetro obtém-se através do cálculo das variações nos intervalos R-R do complexo QRS do electrocardiograma associadas à respiração, que se obtêm a partir da monitorização do ECG, constituindo-se assim como um método não invasivo.

O presente estudo visa determinar a variabilidade da frequência cardíaca em atletas e indivíduos não-atletas sendo o principal objectivo estudar se se verificam diferenças significativas no grau de variabilidade R-R em relação com a condição atlética e se os atletas têm uma maior variabilidade R-R, o que poderia equivaler a um indicador de melhor saúde. Para tal, será realizada monitorização contínua do ECG de 24 horas (Holter) com *software* de avaliação contínua da variabilidade R-R com posterior processamento da variabilidade da frequência cardíaca e ainda monitorização da pressão arterial ao longo de 24 horas. Para quantificar a capacidade atlética e a composição corporal dos participantes do estudo, para uma melhor caracterização dos mesmos, será ainda realizada uma avaliação do  $\text{VO}_2$  máximo e da composição corporal, bem como avaliação laboratorial de alguns marcadores séricos e urinários relacionados com o desempenho atlético.

Como explicado aquando da obtenção do consentimento informado, a participação no estudo é de carácter voluntário e os dados obtidos serão apenas utilizados para os propósitos do estudo, estando garantidos a confidencialidade e o anonimato dos mesmos. Acresce ainda que não serão publicados quaisquer dados identificativos, pelo que a identificação dos participantes nunca será tornada pública. Cada participante receberá um relatório com os resultados dos seus exames.

Este estudo não contempla quaisquer riscos uma vez que não será realizada qualquer intervenção tratando-se apenas de um estudo observacional.

Os participantes não recebem qualquer compensação financeira ou de outra natureza, beneficiando apenas de uma avaliação da sua composição corporal, do seu VO<sub>2</sub> máximo, do ECG e mapa tensional de 24 horas e da análise da variabilidade do ECG, tudo sob a forma dos relatórios que são habituais neste tipo de exames.

Este estudo tem por base o Centro Hospitalar do Porto – Hospital de Santo António e a Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, mas a recolha de dados do Holter e pressão arterial será feita ao longo de 24 horas durante as quais os participantes realizam as suas actividades normais. Será realizado sob a responsabilidade de Ana Marta Cardoso Conde Pinto, estudante do 6º ano do Mestrado Integrado em Medicina do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, no âmbito da unidade curricular de Dissertação/Projecto/Relatório de Estágio e sob a supervisão e orientação do Prof. Dr. Pedro de Pinho e Costa Amorim.

Qualquer contacto julgado necessário poderá ser efectuado por telefone para o Serviço de Anestesiologia do HSA pelo número 222077549 ou por email para: [estudovariabilidadefc.desporto@gmail.com](mailto:estudovariabilidadefc.desporto@gmail.com).

## **ANEXO 3**

### **RESPOSTAS AOS QUESTIONÁRIOS – ATLETAS**

| ULTRAMARATONISTAS                                                        |               | U1                         | U2                              | U3                    | U4                                                         | U5                | U6                                | U7                                               |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------|
| Nº de anos de prática de atletismo:                                      |               | 4                          | 1                               | 5                     | 8                                                          | 3                 | 3                                 | 8                                                |
| Praticou outra modalidade nestes 10 anos? Se sim, qual?                  |               | Sim<br>Futebol             | Não                             | Não                   | Sim<br>Futebol e BTT                                       | Sim<br>BTT        | Sim<br>Remo                       | Não                                              |
| Ano de participação na primeira ultramaratona:                           |               | 2013                       | 2014                            | 2010                  | 2010                                                       | 2012              | 2012                              | 2008                                             |
| Nº de ultramaratonas oficiais que finalizou:                             |               | 7                          | 11                              | 15                    | 50                                                         | 4                 | 20                                | 28                                               |
| Distâncias de corrida em que já competiu (nº kms)                        |               | 5, 10, 15, 21, 42, 50, etc | 10, 21, 43, 48, 50, 60, 65, 130 | 5, 10, 21, 42, 52, 70 | 21, 25, 30, 35, 40, 42, 45, 50, 55, 80, 100, 115, 145, 167 | 21, 42, 100, 115  | 10, 21, 42, 50, 60, 100, 115, 125 | 10, 21, 42, 75, 85, 102, 115, 160, 170, 184, 330 |
| Para as distâncias em que se aplique, indique os seus recordes pessoais: | 5km           | 15m15s                     |                                 | 16m50s                |                                                            |                   |                                   |                                                  |
|                                                                          | 10km          | 32m21s                     | 33m58s                          | 35m20s                |                                                            |                   | 35m56s                            | 34m12s                                           |
|                                                                          | Meia maratona | 1h17m                      | 1h14m                           | 1h16m                 | 1h24m00                                                    | 1h20m             | 1h19m                             | 1h16m                                            |
|                                                                          | Maratona      | 2h43m                      |                                 | 2h38m15s              |                                                            |                   | 2h47m48s                          | 2h30m                                            |
| Compete em provas de estrada?                                            |               | Sim                        | Não                             | Sim                   | Não                                                        | Não               | Sim                               | Não                                              |
| Para além da corrida, que outras modalidades inclui no seu treino?       |               | Ciclismo                   | Ciclismo                        | Nenhuma               | Ciclismo                                                   | Ciclismo, Natação | Ciclismo, Estrada                 | Ciclismo, Natação                                |
| Realiza treino de ginásio com carga?                                     |               | Sim                        | Não                             | Não                   | Não                                                        | Não               | Sim                               | Sim                                              |
| Nº de sessões de treino de corrida semanais:                             |               | 3                          | 6                               | 6                     | 7                                                          | 2                 | 5                                 | 7                                                |
| Nº de kms de corrida semanais:                                           |               | 40                         | 110                             | 120                   | 140                                                        | 20                | 160                               | 120                                              |
| Nº de horas de corrida semanais:                                         |               | 4                          | 10                              | 8                     | 20                                                         | 2                 | 16                                | 10                                               |
| Nº de sessões de treino semanais no total:                               |               | 5                          | 6                               | 6                     | 8                                                          | 7                 | 6                                 | 10                                               |
| Nº de horas de treino semanais (corrida e outras):                       |               | 8                          | 12                              | 8                     | 25                                                         | 12                | 18                                | 13                                               |

|                                                                                            |                               |     |                               |                            |                                       |                                                    |                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----|-------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| O seu plano de treinos é realizado com base na frequência cardíaca (FC)?                   | Sim                           | Não | Não                           | Não                        | Sim                                   | Não                                                | Sim                                                        |
| Monitoriza a FC durante o treino?                                                          | Sim                           | Não | Sim                           | Não                        | Sim                                   | Sim                                                | Sim                                                        |
| Realiza treinos bdiários?                                                                  | Não                           | Não | Não                           | Sim<br>(2x por semana)     | Não                                   | Não                                                | Não                                                        |
| Utiliza suplementos?                                                                       | Sim                           | Não | Sim                           | Não                        | Sim                                   | Sim                                                | Sim                                                        |
| Se sim, quais?                                                                             | Magnésio                      |     |                               |                            | Vitaminas,<br>condoprotetores         | Vitaminas,<br>magnésio, proteína,<br>ácido lipoico | Vitaminas, magnésio                                        |
| Realiza exame médico-desportivo anualmente?                                                | Não                           | Não | Sim                           | Não                        | Sim                                   | Sim                                                | Sim                                                        |
| Assinale os exames que já realizou:                                                        | ECO, ECG,<br>Prova de esforço | ECG | ECO, ECG,<br>Prova de esforço | ECO, ECG, Prova de esforço | ECO, ECG,<br>Holter, Prova de esforço | ECO, ECG                                           | Ecocardiograma,<br>Electrocardiograma,<br>Prova de esforço |
| Quanto tempo, somando eventuais paragens por lesão, esteve sem treinar nos últimos 2 anos? | 15                            | 20  | 60                            | 35                         | 365                                   | 90                                                 | 60                                                         |
| Avalie a sua condição atlética? (0-10)                                                     | 8                             | 8   | 7                             | 8                          | 7                                     | 7                                                  | 8                                                          |
| Avalie o seu estado de saúde? (0-10)                                                       | 8                             | 9   | 8                             | 10                         | 8                                     | 8                                                  | 9                                                          |
| Qual a quantidade de actividade física envolvida no seu emprego?                           | c)                            | c)  | d)                            | d)                         | d)                                    | d)                                                 | d)                                                         |
| Alguma vez fumou?<br>Se sim, indique ano de término:                                       | Não                           | Não | Sim - 2007                    | Não                        | Não                                   | Não                                                | Sim (2003-2006)                                            |

**Anexo 1 Questionário e respostas dos ultramaratonistas.** a) Desempregado. b) Passo a maior parte do tempo sentado. c) Passo a maior parte do tempo a caminhar ou de pé; no entanto, o meu trabalho não requer esforço físico muito intenso. d) O meu emprego envolve esforço físico intenso incluindo transporte de objectos pesados e uso de ferramentas. e) O meu emprego envolve actividade física vigorosa incluindo transporte de objectos muito pesados. **Notas:** Ultramaratona – distância superior a 42,195km.



## **ANEXO 4**

### **RESPOSTAS AOS QUESTIONÁRIOS – NÃO-ATLETAS**

| NÃO-ATLETAS                                                        |                                  | N1                                                           | N2                           | N3                 | N4               | N5                                   | N6                                         |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------|------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|
| Praticou alguma modalidade desportiva nos últimos 10 anos?         |                                  | Sim                                                          | Sim                          | Não                | Não              | Não                                  | Não                                        |
| Se respondeu sim à pergunta anterior, indique:                     | Qual a modalidade:               | Futsal                                                       | Futebol e musculação         |                    |                  |                                      |                                            |
|                                                                    | Nº de treinos semanais:          | 1                                                            | 1                            |                    |                  |                                      |                                            |
|                                                                    | Nº de horas de treinos semanais: | 1                                                            | 1-2                          |                    |                  |                                      |                                            |
| Qual a regularidade com que pratica actividade física actualmente? | Nº de dias por semana            | 1                                                            | 5                            | 0                  | 2                | 2                                    | 0                                          |
|                                                                    | Nº de dias por mês               | 4                                                            | 20                           |                    | 10               | 8-10                                 |                                            |
|                                                                    | Tipo de actividade               | Futsal                                                       | Futebol, Corrida, Musculação |                    | Corrida, Natação | Corrida, Natação                     |                                            |
| Indique se já realizou algum dos seguintes exames:                 |                                  | Holter, Electrocardiograma, Ecocardiograma, Prova de esforço | Electrocardiograma           | Electrocardiograma | Holter           | Electrocardiograma, Prova de esforço | Holter, Electrocardiograma, Ecocardiograma |
| Numa escala de 0 a 10, como avalia a sua condição atlética?        |                                  | 6                                                            | 7                            | 4                  | 5                | 5                                    | 2                                          |
| Numa escala de 0 a 10, como avalia o seu estado de saúde?          |                                  | 4                                                            | 9                            | 9                  | 8                | 8                                    | 3                                          |
| Qual a quantidade de actividade física envolvida no seu emprego?   |                                  | c)                                                           | d)                           | b)                 | b)               | b)                                   | d)                                         |
| Fuma ou já fumou?                                                  |                                  | Não                                                          | Não                          | Não                | Sim              | Sim                                  | Não                                        |
| Se sim, indique a data de início:                                  |                                  |                                                              |                              |                    | 2001             | 1996                                 |                                            |

**Anexo 2 Questionário e respostas dos não-atletas.** a) Desempregado. b) Passo a maior parte do tempo sentado. c) Passo a maior parte do tempo a caminhar ou de pé; no entanto, o meu trabalho não requer esforço físico muito intenso. d) O meu emprego envolve esforço físico intenso incluindo transporte de objectos pesados e uso de ferramentas. e) O meu emprego envolve actividade física vigorosa incluindo transporte de objectos muito pesados. **N** – não-atleta.

## **ANEXO 5**

### **APROVAÇÃO INSTITUCIONAL**

Exma. Sra.

Ana Pinto

Aluna do ICBAS

**ASSUNTO:** Trabalho Académico - MIM - "Relação entre a variabilidade do intervalo R-R do electrocardiograma e a prática desportiva" - N/ REF.ª 2015.049(047-DEFI/044-CES)

O Conselho de Administração do CHP **autoriza** a realização do estudo de investigação acima mencionado nesta Instituição, no Serviço de Cardiologia, sendo Investigadora Principal, a aluna do ICBAS, Ana Pinto.

O estudo de investigação foi previamente analisado pela Comissão de Ética para a Saúde e pelo Gabinete Coordenador de Investigação do Departamento de Ensino, Formação e Investigação do CHP, bem como pela Direção Clínica, tendo obtido Parecer Favorável.

Cumprimentos,

*Autorizado por se tratar de um projecto de investigação. Estão isentos das taxas moderadoras. As despesas de custos de Docentes fora do âmbito.*

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

22/4/2015  
Dr. SOLLARI ALLEGRO

Dr.º ÉLIA GOMES

Presidente

Vogal Executivo

Dr. PAULO BARBOSA

Dr. RUI PEDROSO

Director Clínico

Vogal Executivo

Enf.º EDUARDO ALVES

Enfermeiro Director

\* Em todas as eventuais comunicações posteriores sobre este estudo é indispensável indicar a nossa ref.ª

APRECIACÃO E PARECER PARA A REALIZAÇÃO DE TRABALHO ACADÉMICO - MIM

|                                                                                                       |                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Título: "Relação entre a variabilidade do intervalo R-R do electrocardiograma e a prática desportiva" | Ref.º: 2015.049(047-DEFI/044-CES)                   |
|                                                                                                       | Investigador:<br><b>Ana Pinto</b><br>Aluna do ICBAS |

|                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DIREÇÃO DE ENFERMAGEM:</b><br><br><input checked="" type="checkbox"/> NÃO SE APLICA<br><br><input type="checkbox"/> PARECER FAVORÁVEL<br><br><input type="checkbox"/> PARECER NÃO FAVORÁVEL | <b>DIREÇÃO CLÍNICA:</b><br><br><input checked="" type="checkbox"/> PARECER FAVORÁVEL<br><br><input type="checkbox"/> PARECER NÃO FAVORÁVEL<br><br><br>Data:<br><br><b>Dr. PAULO BARBOSA</b><br>Diretor Clínico - CHP<br>Data: 14/4/2015 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Autorizado as Alunas com o  
Parecer de Direção do DEFI

(\*) Em conformidade. Pode ser autorizado

**DR. SEVERO TORRES**  
Adjunto do Director Clínico

2/13/4/10/15

Prof.ª Doutora Luísa Lobato  
Diretora do DEFI

Prof.ª Doutora Luísa Lobato  
Diretora do DEFI

(\*) Declaração de Direcção do DEFI

• O Dr. Pedro Amorim propõe estudo de valor científico para  
este de mestrado. O facto de existirem 12 voluntários  
não isenta os participantes de taxa moderadora.  
• O serviço de cardiologia participará através de Heller.  
• Apesar de existir custo associado penso que  
o estudo poderá ser canalizado logo que sejam  
garantidas a ausência de desfecho para o participante.  
Deixo ao critério superior. Luísa Lobato 09/04/2015

COMISSÃO DE ÉTICA PARA A SAÚDE

APRECIÇÃO E VOTAÇÃO DO PARECER

Deliberação

Data: 11.3.2015

Órgão: Reunião Plenária

Título: "Relação entre a variabilidade do intervalo R-R do electrocardiograma e a prática desportiva" Ref.º: 2015.049(047-DEFI/044-CES)

Protocolo/Versão:

Promotor:  
o(a) próprio(a)

Investigador:  
Ana Pinto  
ICBAS

A Comissão de Ética para a Saúde – CES do CHP, ao abrigo do disposto no Decreto-Lei n.º 97/95, de 10 de Maio, em reunião realizada nesta data, apreciou a fundamentação do relator sobre o pedido de parecer para a realização de **Trabalho Académico - MIM** acima referenciado:

Ouvido o Relator, o processo foi votado pelos Membros da CES presentes:

Presidente: Dr.ª Luisa Bernardo

Dr.ª Paulina Aguiar, Dr.ª Fernanda Manuela, Enf.ª Paula Duarte, Prof.ª Carla Teixeira, Prof.ª Doutora Maria Manuel Araújo Jorge, Dr. Jorge Andrade da Silva

Resultado da votação:


PARECER FAVORÁVEL

A deliberação foi aprovada por unanimidade.

Pelo que se submete à consideração superior.

Data 11.3.2015

A Presidente da CES



Dr.ª Luisa Bernardo